



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV  
CURSO DE AGRONOMIA**

**SOFTWARE DE INTERPRETAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DA  
NECESSIDADE DE CORRETIVOS DE SOLO E FERTILIZANTES NAS  
CULTURAS DO MILHO, SOJA E FEIJÃO NA REGIÃO DO CERRADO**

**VINÍCIUS DE QUEIROZ BORGES**

**BRASÍLIA-DF  
JULHO/2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV  
CURSO DE AGRONOMIA**

**VINÍCIUS DE QUEIROZ BORGES**

**SOFTWARE DE INTERPRETAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DA  
NECESSIDADE DE CORRETIVOS DE SOLO E FERTILIZANTES NAS  
CULTURAS DO MILHO, SOJA E FEIJÃO NA REGIÃO DO CERRADO**

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:**

Prof. Dr. Marcelo Fagioli

**BRASÍLIA-DF  
JULHO/2019**

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV

Software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos de solo e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão na região do Cerrado.

Vinícius de Queiroz Borges  
Matrícula: 15/0151276

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Matrícula: 10/35649

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

---

Professor Dr. Marcelo Fagioli  
Universidade de Brasília - UnB  
Orientador

---

Eng. Agro. Msc. Doutoranda Nayara Carvalho  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinadora

---

Eng. Agro. Mestrando Arthur Gabriel Caldas Lopes  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinador

## FICHA CATALOGRÁFICA

BORGES, V.Q.

Software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos de solo e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão na região do Cerrado / Vinícius de Queiroz Borges; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2019.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. Software para interpretação de análise de solo
  2. Software de recomendação de correção e adubação
  3. FertSolo 1.0.
- I. Fagioli, M. de II. Título

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORGES, V.Q **Software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos de solo e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão na região do Cerrado**. 2019. 76f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** Vinícius de Queiroz Borges

**Título da Monografia de Conclusão de Curso** Software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos de solo e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão na região do Cerrado.

**Grau:** 3º **Ano:** 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Vinícius de Queiroz Borges  
Matrícula: 15/0151276  
Tel.: (61)998312261  
e-mail: viniciusqb@gmail.com

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente a Deus, também dedico aos meus avós maternos Idia Braz de Jesus Barbosa (in memoriam) e Edmilson Braz de Queiroz, aos meus pais Jair Sebastião Borges e Elma Braz de Queiroz Borges, pessoas que me inspiram com seus exemplos de humildade, simplicidade, honestidade e bondade para com quem quer que seja.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar forças para persistir em busca dos meus sonhos mesmo nos momentos de maior dificuldade.

Agradeço de forma muito especial aos meus pais, que me deram todo amor e carinho, me passaram os valores que guiam as minhas condutas, obrigado por sempre acreditarem na minha capacidade e incentivar meus estudos.

Ao meu orientador e amigo Professor Dr. Marcelo Fagioli pela amizade, conhecimentos transmitidos, ajuda acadêmica e conselhos valiosos que levarei para a vida inteira.

A todos os professores do curso de Agronomia da Universidade de Brasília por todo o conhecimento passado e pela contribuição para minha formação profissional.

A minha namorada Bruna Braz Rodrigues por todo amor, carinho, companheirismo e apoio.

Aos meus irmãos Igor de Queiroz Borges e Tatyana Queiroz Borges pelo companheirismo e cuidado que sempre por mim tiveram.

A toda a minha família pelo apoio e compreensão.

Aos meus grandes amigos Flávio Rogério, Gabriel Braz, Fabrício Guimarães, Gabriel Nogueira, Yuri Marques, Leonardo Costa, Igor Henrique e tantos outros que fazem parte da minha vida e contribuíram para minha formação pessoal.

Aos meus colegas de faculdade pelos momentos de descontração, troca de conhecimentos e amizade.

**Muito obrigado!**

*“O sonho é que leva a gente para a frente. Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.”*

*Ariano Suassuna*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	V
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
5. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE E VALIDAÇÃO .....	22
6. CONCLUSÃO .....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67



## RESUMO

Uma correta interpretação da análise química do solo e recomendação de correção e adubação é determinante para um manejo do solo eficiente a fim de obter uma maior produção e viabilidade econômica. Desta maneira, o trabalho teve o objetivo de desenvolver um software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão para as condições do bioma Cerrado. Foram utilizados a plataforma de desenvolvimento de softwares Microsoft Visual Studio® (2019), linguagem de programação *C Sharp* e os dados técnicos baseados e adaptados de duas publicações referências na área de ciência do solo, publicadas pela Embrapa Cerrados e Comissão da Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Ao comparar as interpretações e recomendações de adubação emitidas pelo software *FertSolo 1.0* com as recomendações feitas à mão disponibilizadas, pode-se concluir que o software pode ser aplicado em interpretação de análises do solo e recomendação da aplicação de corretivos e adubos para as culturas de milho, feijão e soja na região do Cerrado, com alto grau de confiabilidade. Todos os objetivos estabelecidos foram cumpridos, visto que o sistema foi desenvolvido e possui todas as funcionalidades essenciais, sendo possível que seja implementado em sua integridade pela Universidade de Brasília, e, posteriormente, caso viável, estar acessível aos produtores rurais da região de Brasília e entorno.

**Palavras-chave:** software, correção do solo, fertilizantes, manejo solo, adubação, software *FertSolo 1.0*, software de interpretação de análise do solo.

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos solos brasileiros, principalmente do Cerrado apresentam-se naturalmente ácidos e com baixa fertilidade. Essas condições tornam o solo com baixo potencial para agricultura, porém com as tecnologias disponíveis para a correção do pH do solo (calcário e gesso agrícola) e também aquelas que visam atender a necessidade nutricional da cultura como adubos (NPK + micronutrientes) utilizados antes ou durante o plantio e também em aplicações de cobertura, essas limitações podem ser superadas. Assim uma correta condução do solo se faz essencial, a fim de corrigir as falhas naturais e atender as necessidades de elementos vitais para o desenvolvimento das plantas e incrementar produtividade às culturas.

O problema é que a interpretação de uma análise de solo pode ser morosa, levando considerável tempo para sua conclusão, além de depender da presença física dos materiais de referência para a consulta e um conhecimento técnico apurado em fertilidade do solo. O software desenvolvido neste trabalho atua de modo a atenuar essas deficiências tratando do fornecimento de uma correta interpretação e recomendação de correção e adubação do solo.

O software atua diretamente no suporte técnico à propriedade rural, integrando tecnologia e produtor através do fornecimento da interpretação das análises do solo e recomendação dos corretivos e fertilizantes necessários para suprir a necessidade nutricional das culturas milho, soja e feijão. O software ofertado gratuitamente se destaca pelas características de ser rápido, preciso, possuir uma interface amigável e os resultados com maior acurácia, pois estão atrelados à parâmetros pré-estabelecidos no seu *back-end* (linhas da programação). Os parâmetros foram extraídos de referências de destaque na área de ciência do solo, publicadas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais e pela Embrapa Cerrados, que reforçam a base sólida em que foi desenvolvido o software. O programa possui uma grande versatilidade podendo ser aplicável em escritórios de extensão rural, planejamento, consultores privados, revendas e em pesquisa.

## **2. OBJETIVO**

Desenvolver um software de interpretação e recomendação da necessidade de corretivos e fertilizantes nas culturas do milho, soja e feijão para as condições do bioma Cerrado.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

As tecnologias desenvolvidas são uma importante ferramenta de auxílio ao produtor que se preocupa com o manejo de correção do solo e adubação, sendo ferramentas de apoio para tomada de decisões, que visa tornar a produção mais eficiente e sustentável.

Foram surgindo diversas soluções que integram o trabalho no campo com os sistemas de softwares, foram analisadas algumas soluções tecnológicas que tem o objetivo de interpretar e recomendar correção e adubação do solo, conforme a seguir.

#### **3.1 Software da empresa FertFácil**

Texto retirado do site da empresa descrevendo o software FertFácil (2019).

O sistema FertFácil se intitula um sistema rápido, fácil, confiável e gratuito para adubação e calagem dos principais cultivos do RS, SC, MS e Paraguai, sendo ele uma plataforma online.

#### **3.2 Software da empresa Fértil Agrowin**

Texto retirado do site da empresa descrevendo o software Fértil Agrowin (2019).

O sistema tem o objetivo de otimização da Adubação, além de possibilitar utilização das diferentes tabelas de adubação comumente utilizadas. O Fértil Agrowin pode realizar cálculo para Adubação Corretiva, sem necessidade de tabela. Para isso permite definir relação entre nutrientes, nível ótimo de cada nutriente além da compensação da exportação de nutrientes em cada colheita.

O software inova também no cálculo de calagem e gessagem, possibilitando cadastro de infinitas fórmulas para adubação, tabelas e variáveis, que se ajustam às diferentes metodologias de cálculo para as corretas quantidades. Simula cálculo com todas as metodologias cadastradas, permitindo que o usuário compare-nas para concluir qual a quantidade mais apropriada, com a otimização da adubação.

#### **3.3 Software da empresa KLF Agrosoluções**

Texto retirado do site da empresa descrevendo o software da KLF Agrosoluções (2019).

Surgiu da visão de mercado e, da necessidade do cliente em obter atenção especial em uma área tão carente de informações como a agricultura de precisão. Em

paralelo, o mercado de geotecnologia, em franca expansão, precisava de um representante com bagagem e conhecimento para oferecer as melhores soluções para o centro do agronegócio no Brasil.

A empresa fornece o serviço de coleta da amostra do solo na área indicada, leva ao laboratório para a análise química e fornece aos seus clientes a recomendação de adubação através de software.

### **3.4 Software da empresa CPT**

Texto retirado do site da empresa descrevendo o software CPT Adubação Grandes Culturas (2019).

CPT Adubação Grandes Culturas – Software para Adubação de Custo Mínimo e Recomendação do Plantio à Colheita para Grãos, Fibrosas, Oleaginosas, Pastagens, Forrageiras e Florestas

O software CPT Adubação Grandes Culturas é um programa de computador de fácil utilização que, a partir da análise do solo, fornece as principais recomendações, do plantio à colheita, para que o agricultor elabore um projeto de plantio e adubação de custo mínimo com boa rentabilidade, objetivando a recuperação ou conservação da fertilidade do solo para aumentar a produtividade das plantações.

Culturas inseridas no software: grãos, fibrosas e oleaginosas (algodão, amendoim, arroz de sequeiro, arroz irrigado, aveia, azeitona, bucha, café, cana-de-açúcar, cevada, feijão, girassol, grão-de-bico, milho, soja, sorgo, trigo), pastagens e forrageiras (Alfafa, amendoim-forrageiro, braquiárias, calopogônio, capim elefante, crotalária, estilosantes, forrageiras – cynodon, forrageiras – panicum, guandu, leucena, mucuna, tremoço), florestas (eucalipto, mogno africano, pinus, seringueira, teca). Novas culturas poderão ser incluídas no software, dependendo da demanda do segmento. O cliente poderá ter acesso às novas culturas ao adquirir as atualizações anuais do software.

Auxilia no planejamento do plantio: cria um passo a passo iniciado pela escolha da região do plantio, novo projeto, escolha da cultura, data do plantio, estação meteorológica mais próxima, características climáticas da região e principais pragas e doenças que acometem a cultura escolhida.

Interpreta a análise de solo, calculando a adubação de custo mínimo: ao transcrever os dados da análise de solo para o software, o sistema calcula a adubação adequando os fatores rendimento e custo com as necessidades da cultura. Um vídeo

tutorial, inserido no software, orienta sobre os procedimentos adequados para a coleta da amostra do solo a ser enviada ao laboratório de análises.

Controle de dados: cadastros de análises de solo, fertilizantes (adubo formulado e adubo simples), culturas, laboratórios, lista de projetos de plantio e muitos outros. Além de uma agenda multiusuário para controle dos compromissos.

Possui recursos de orientação: calendário agrícola que informa as melhores condições climáticas para o plantio e lista dos principais laboratórios de análise de solos recomendados pela EMBRAPA. Viabilidade técnica

O conhecimento técnico inserido no software foi cuidadosamente estruturado pelos especialistas: Professor Caetano Marciano de Souza (D.r Fitotecnia) pela UFV- Universidade Federal de Viçosa; Mateus Alves Santos (M.e Fitotecnia) pela UFV; Ana Paula Beno Dutra (Eng. Agrônoma) pela UFV; Murilo Pedroso (Eng. Agrônomo) pela UFV. A atualização do software é gratuita para a versão comercializada no site [www.cptsoftwares.com.br](http://www.cptsoftwares.com.br). O lançamento de uma nova versão do software permite que o usuário possa adquiri-la como um novo produto, sendo que a versão descontinuada não é mais objeto de atualizações.

A atualização do banco de dados do software CPT é opcional, anual e considerada novo produto a ser adquirido pelo usuário do software. Alguns softwares CPT não possuem atualização do banco de dados, pois os dados são do usuário e gerados com o uso do software.

A atualização de módulo de software CPT é obrigatória, anual, incorpora todas as melhorias do sistema e condiciona o bloqueio do uso do módulo, caso a anuidade não seja adquirida pelo usuário.

### **3.5 Software da empresa CADUB GHF**

Texto retirado do site da empresa descrevendo o software CADUB GHF (2019).

Esse trabalho descreve um programa computacional que tem como objetivo fazer a recomendação, na forma digital, de fertilizantes e corretivos da acidez do solo a partir de informações contidas no Manual de Adubação e Calagem da CQFS, para as culturas produtoras de grãos, hortaliças e forrageiras. O programa foi desenvolvido em software Microsoft Excel®, apresentando interface principal em Visual Basic for Applications (VBA), e está disponível para download em <http://coralx.ufsm.br/solos/cadub2.php>. O CADUB GHF fornece as necessidades de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) para a adubação de base e cobertura e a

necessidade de calcário para as culturas produtoras de grãos, hortaliças e forrageiras. O CADUB GHF gera um laudo contendo os dados fornecidos e calculados, apresentando-o em forma de arquivo com extensão “xls”, que pode ser impresso e/ou salvo.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento de um software se faz necessário a utilização de outras plataformas, seja para a programação propriamente dita ou para guardar os dados inseridos no aplicativo. E ainda paralelo ao desenvolvimento do corpo principal do software são desenvolvidos os aspectos visuais do programa como por exemplo a logomarca, nome, disposição de telas, preenchimento delas e ferramentas necessárias ao cliente.

O FertSolo 1.0, até a presente data, possui aproximadamente duas mil linhas de programação, demonstrando assim a complexibilidade do programa.

### 4.1.1 Materiais utilizados - softwares

Microsoft Visual Studio® (2019)

Microsoft Access Office 395® (2019)

Linguagem de programação: C Sharp-(C#)

CorelDraw® (2019)

Microsoft Excel 365® (2019)

### 4.1.2 Materiais utilizados - referências

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Viçosa: CFSEMG, 1999, 359p.

SOUSA, D.M.G; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação.** 2ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

## 4.2 Levantamento e análise dos requisitos

Primeiramente compreendendo o problema supracitado na introdução, buscando levantar e priorizar as necessidades dos futuros usuários do software O Levantamento de requisitos é considerado a etapa mais importante do projeto. Mostrando assim um problema no momento de compreender as necessidades dos clientes em relação ao sistema a ser desenvolvido.

Especificação de requisitos, é onde são construídos modelos a fim de representar o sistema de software a ser desenvolvido. O interesse nessa atividade é



criar uma estratégia de solução, sem se preocupar como essa estratégia será realizada, ou seja, utilizar as necessidades dos clientes, depois de compreendido o problema, para resolução do mesmo. Assim é necessário definir o que o sistema deve fazer, antes de definir como o sistema irá fazer.

Foi definido que o sistema iria receber os teores informados na análise química do solo de uma determinada área e também a cultura a ser implantada, a partir desses dados gerar uma recomendação de correção e adubação baseada nas referências publicadas pela Embrapa Cerrados e Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.

### 4.3 Projeto e implementação

Nesta fase é que deve ser considerado, como o sistema funcionará internamente, para que os requisitos do cliente possam ser atendidos. Alguns aspectos devem ser considerados nessa fase de projeto do sistema, como: arquitetura do sistema, linguagem de programação utilizada, Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) utilizado, padrão de interface gráfica, entre outros. No projeto é gerada uma descrição computacional, mencionando o que o software deve fazer, e deve ser coerente com a descrição realizada na fase de análise de requisitos.

#### 4.3.1 Definição de telas do projeto

Tendo como ambiente de desenvolvimento integrado o software Microsoft Visual Studio 2019, utilizando a Linguagem de programação voltada a orientação de

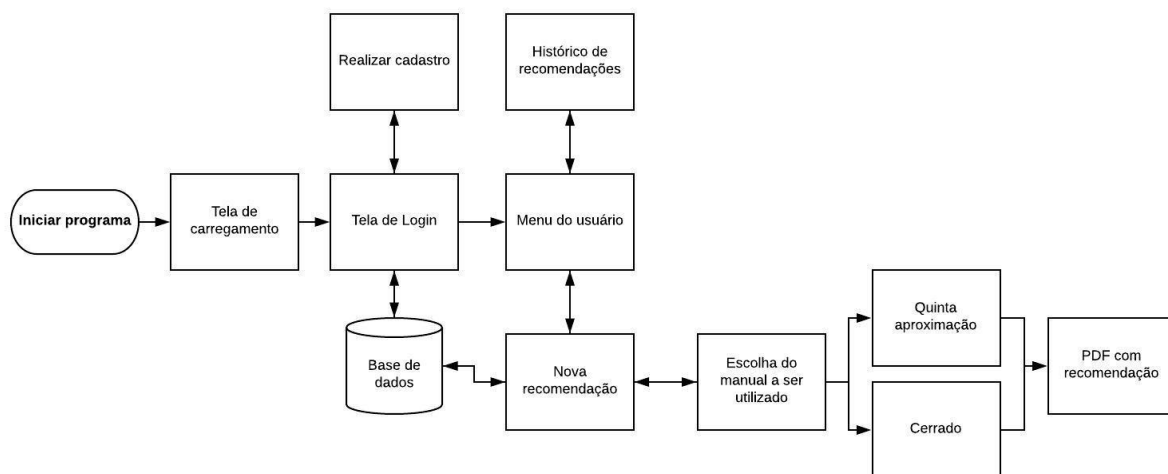


Figura 1. Fluxograma do software

objetos denominada de C-Sharp (C#), inicialmente foram criados nove formulários e um relatório, seguindo o fluxo seguinte (Figura 1).

Definido o fluxo de telas dentro do software foram construídas os papéis de parede para cada tela, assim como a logomarca (Figura 2) e ilustrações utilizadas para tornar a interface mais agradável, utilizando o software CorelDraw 2019.



Figura 2. Logomarca do software

#### 4.3.1.1 Tela de Carregamento

Tela inicial do software onde apresenta o nome e logomarca do programa e uma barra de carregamento que representa o tempo para a execução das outras telas que compõem o projeto.



Figura 3. Tela de carregamento

#### 4.3.1.2 Tela de login

Restringe o acesso as outras telas somente para as pessoas cadastradas na plataforma.



Figura 4. Tela de login

#### 4.3.1.3 Tela de menu

Ambiente onde direciona o usuário para as funcionalidades disponíveis pelo programa.



Figura 5 -Tela de Menu

#### 4.3.1.4 Tela de escolha do manual de referência

Após a escolha da funcionalidade “Nova Recomendação” o usuário poderá escolher entre dois manuais de adubação publicados para a região do Cerrado.

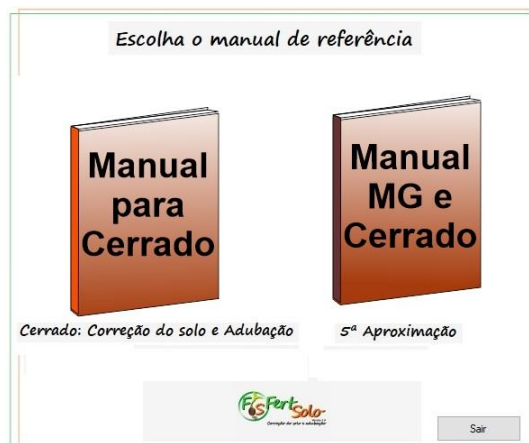


Figura 6. Tela de escolha do manual

#### 4.3.1.5 Cerrado

Quando o manual escolhido é o Cerrado: correção do solo e adubação, abre um formulário onde o usuário irá inserir os dados do solicitante e da recomendação de insumos.

Cerrado

Solicitante \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_ Telefone \_\_\_\_\_

Fazenda \_\_\_\_\_ Matrícula / ID da gleba \_\_\_\_\_ UF \_\_\_\_\_ Cidade \_\_\_\_\_

Cultura \_\_\_\_\_ Expec. de produção \_\_\_\_\_ ton \_\_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_ hectares

Plantio \_\_\_\_\_ Irrigação \_\_\_\_\_

☐ Convencional ☐ Direto ☐ Irrigado ☐ Sequeiro

**Dados da análise de solo**

Teor de Argila \_\_\_\_\_ % PRNT do calcário mais acessível \_\_\_\_\_ %

P - Fósforo \_\_\_\_\_ PPM Ca - Cálcio \_\_\_\_\_ cmolc/dm³

H + Al - Acidez potencial \_\_\_\_\_ cmolc/dm³ K - Potássio \_\_\_\_\_ ☐ PPM ☐ cmolc/dm³

Na - Sódio \_\_\_\_\_ cmolc/dm³ Mg - Magnésio \_\_\_\_\_ cmole/dm³

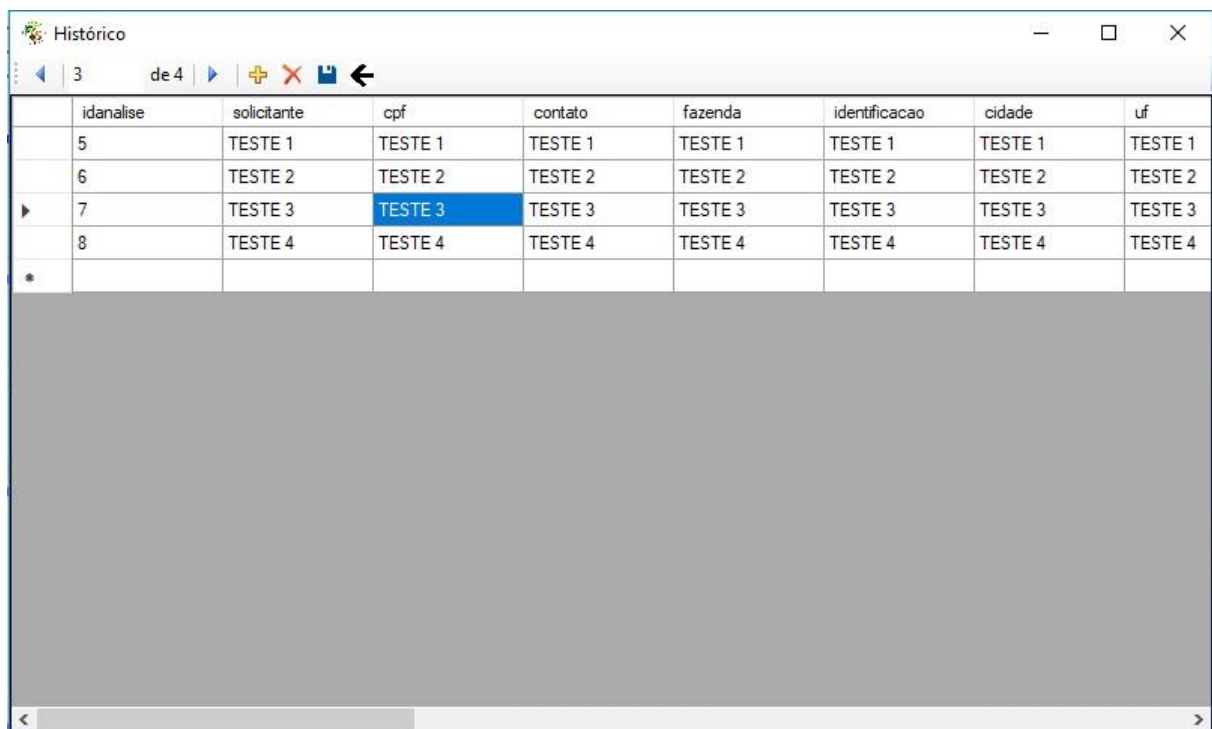
Figura 7. Modelo do formulário

#### 4.3.1.6 Quinta aproximação

Quando o manual escolhido é a Quinta aproximação, abre um formulário onde o usuário irá inserir os dados do solicitante e da recomendação de insumos. Possui a mesma tela de entrada do manual Cerrado (Figura 7).

#### 4.3.1.7 Histórico

Tela onde contém o histórico de todas as recomendações já realizadas para aquele usuário. Permitindo assim a consulta de safras anteriores e efetuar comparações.



The screenshot shows a window titled 'Histórico' with a table of test results. The table has 9 columns: 'idanalise', 'solicitante', 'cpf', 'contato', 'fazenda', 'identificacao', 'cidade', and 'uf'. The rows are numbered 5 through 8. The row with 'idanalise' 7 is highlighted. Below the table is a large grey rectangular area, likely a placeholder for a chart or additional data. The window has standard OS controls (minimize, maximize, close) and a toolbar with navigation icons.

	idanalise	solicitante	cpf	contato	fazenda	identificacao	cidade	uf
	5	TESTE 1	TESTE 1	TESTE 1	TESTE 1	TESTE 1	TESTE 1	TESTE 1
	6	TESTE 2	TESTE 2	TESTE 2	TESTE 2	TESTE 2	TESTE 2	TESTE 2
▶	7	TESTE 3	TESTE 3	TESTE 3	TESTE 3	TESTE 3	TESTE 3	TESTE 3
	8	TESTE 4	TESTE 4	TESTE 4	TESTE 4	TESTE 4	TESTE 4	TESTE 4
*								

Figura 8. Exemplo de tela do histórico

#### 4.3.1.8 PDF

Tela onde será exibido o relatório "Report1". Possibilitando imprimir ou exportar.

#### 4.3.1.9 Report1

Relatório que recebe os parâmetros das telas “Cerrado” e “Quinta aproximação” e os exibe de maneira organizada.

FertSolo Correção do solo e adubação		Data de emissão: <<Expr.>>
Solicitante : [prop] CPF: [scpf] Fazenda: [sfazenda] UF/Cidade: [suf]/[smunicipio] Cultura: [scultura] [irrigado] Área: [sarea] hectaters		Adubação de Cobertura  Nitrogênio (N) : [ncobertur] kg de N/ha Potássio (K) : [kcobertur] kg de K <sub>2</sub> O/ha  Fontes sugeridas : [ncobert][sepcob][sepcob][kcobert] [l] kg/ha [oucob] [aur][unidn] [ec] [kclcb] [unidkc]  Obs. da cultura : [obscultura]
<b>Interpretação da análise</b> Saturação por bases da amostra: [satba]% Saturação por bases da indicada: [sati]% CTC à pH7,0: [ctc] cmolc/ha Correção de acidez: [itc] Teor de fósforo: [itp] Teor de potássio: [itk]		
<b>Recomendação</b>  Necessidade de Calagem: [ncal] ton de calcário/ha  Adubação Corretiva Fósforo (P) : [pp] kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha Potássio (K) : [kp] kg de K <sub>2</sub> O/ha  Fontes sugeridas : [sepcor][pfom][sepcor][kfom] [i] kg/ha [ouc] [kclcor] [unidk] [ec] [ss] [unidp]  Adubação de Plantio Nitrogênio (N) : [nplan] kg de N/ha Fósforo (P) : [fosp] kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha Potássio (K) : [potp] kg de K <sub>2</sub> O/ha  Formulado exato: [npp]-[pformpp]-[kformpp] [j] kg/ha Formulados alternativos: [narr]-[parr]-[karr] [m] kg/ha		
Desenvolvido pelo Eng. Agrônomo Vinícius de Queiroz Borges		

Figura 9. Tela de edição do Report 1

#### 4.3.2 Ferramentas e descrição da entrada de dados

Após a criação dos formulários foram inseridos *textbox's*, *combobox's*, *label's*, *Picture box's*, *toolbars* e *datetimepicker*. Essas ferramentas têm a função de receber informações em texto, inseridas pelo usuário podendo ser divididas em:

- Dados de login: login e senha.
- Dados do solicitante e cultura: Nome do solicitante, CPF, Nome da fazenda, Matrícula do imóvel, cidade, UF, telefone para contato, cultura, expectativa de produção, tipo de manejo do solo e irrigação.
- Dados da análise de solo: Teor de argila, cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, acidez potencial e PRNT do calcário mais acessível.

#### 4.3.3 Tratamentos de dados e cálculos

Nos tratamentos dos dados necessários para o cálculo da recomendação de calcário foi utilizado o mesmo método, indicado nas duas referências, o “*Método da saturação por bases*”, diferenciado apenas a tabela do valor da saturação por bases.

1. Todos os dados inseridos são atribuídos a uma variável declarada no programa;
2. Ajusta o teor de potássio de acordo com a unidade selecionada, caso seja em PPM o valor é dividido por 390 e caso tenha sido inserido em  $\text{cmol/dm}^3$  o valor manterá inalterado;
3. Calcula-se a CTC a pH 7,0, somando os teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio e a acidez potencial.
4. Calcula-se a soma de bases, somando os teores de Ca, Mg, K e Na;
5. Tira-se a razão da soma de bases pela CTC e tem a saturação por bases da amostra;
6. Após isso verifica-se a cultura será irrigada ou não para determinar a saturação por bases indicada;
7. Realiza-se a comparação entre as saturações, caso a saturação por bases indicada seja superior a saturação por bases da amostra realiza-se o cálculo da necessidade de calagem;

A fórmula do cálculo da necessidade de calagem ( $NC$ , em t/ha) no método escolhido é a  $NC = T(Ve - Va)/100$ , em que  $T$  representa a CTC a pH 7, em  $\text{cmol/dm}^3$ , calculada utilizando a Soma de Bases  $SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$  somados aos teores de  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , em  $\text{cmol/dm}^3$ ,  $Va$  é a Saturação por bases atual do solo, em %,  $Ve$  é a Saturação por bases desejada ou esperada para a cultura que será implantada e para a qual é necessária a calagem.

8. Após definida a necessidade de calagem, realiza-se a interpretação dos teores de fósforo e potássio indicados, nesse momento a interpretação é realizada utilizando tabelas distintas.
9. Após a interpretação dos teores de fósforo e potássio utiliza-se a tabela de cada cultura específica e indica-se de acordo com os descritos nas mesmas;
10. As recomendações de plantio e cobertura dependem diretamente da expectativa de produção indicada pelo produtor e também está alinhada a tabela encontrada na descrição de cada cultura do manual;

11. Após a definição de todos os teores a serem indicados foi realizado o cálculo dos formulados a serem indicados assim como as outras alternativas esses formulados como: Ureia, Cloreto de potássio, Super Fosfato Simples e o formulado aproximado. Para isso foi considerado a quantidade dos teores NPK indicados e definido a fórmula mínima, partindo daí é montado o formulado e a quantidade desse formulado que deve ser aplicada para suprir as necessidades da cultura.
12. Por fim realizou a parametrização de todas as variáveis respostas no formulário a ser exibido no formato *PDF*.

As tabelas utilizadas para atribuição de variáveis e o cálculo das necessidades dos nutrientes retiradas do livro “Cerrado: correção do solo e adubação” foram as seguintes (Figura 10).

**Sistema Sequeiro**

Teor de argila		Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )								
%		Muito baixo		Baixo		Médio		Adequado		Alto
0	15	0,00	6,00	6,10	12,00	12,10	18,00	18,10	25,00	25,00
16	35	0,00	5,00	5,10	10,00	10,10	15,00	15,10	20,00	20,00
36	60	0,00	3,00	3,10	5,00	5,10	8,00	8,10	12,00	12,00
60	100	0,00	2,00	2,10	3,00	3,10	4,00	4,10	6,00	6,00

**Sistema Irrigado**

Teor de argila		Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )								
%		Muito baixo		Baixo		Médio		Adequado		Alto
0	15	0,00	12,00	12,10	18,00	18,10	25,00	25,10	40,00	40,00
16	35	0,00	10,00	10,10	15,00	15,10	20,00	20,10	35,00	35,00
36	60	0,00	5,00	5,10	8,00	8,10	12,00	12,10	18,00	18,00
60	100	0,00	3,00	3,10	4,00	4,10	6,00	6,10	9,00	9,00

**Recomendação de adubação fosfatada corretiva**

Teor de argila		Sistema de sequeiro			Sistema de irrigado		
		Fosforo no Solo			Fosforo no Solo		
%		Muito Baixa	Baixa	Média	Muito Baixa	Baixa	Média
0	15	60	30	15	90	45	20
16	35	100	50	25	150	75	40
36	60	200	100	50	300	150	75
60	100	280	140	70	420	210	105

**Recomendação de adubação fosfatada corretiva**

Teor de Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )	Interpretação	Corretiva Total (kg de K <sub>2</sub> O/ha)	Corretiva gradual (kg de K <sub>2</sub> O/ha)	
CTC a pH 7,0 menor do que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>				
0	15	Baixo	50	70
16	30	Médio	25	60
31	40	Adequado	0	0
40		Alto	0	0
CTC a pH 7,0 maior do que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>				
0	25	Baixo	100	80
26	50	Médio	50	60
51	80	Adequado	0	0
80	-	Alto	0	0

Figura 10. Reprodução unificada das tabelas descritas no livro Cerrado: correção do solo e adubação



Tabelas utilizadas para definir os teores de adubação de plantio para cada cultura disponível no software.

Para cultura da Soja (Figura 11).

Sat. por base indicada	
Sequeiro	50,00%
Irrigado	60,00%

Adubação de semeadura				
Expectativa de rendimento	P extraível		K extraível	
	Adequado	Alto	Adequado	Alto
t/ha	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha de K <sub>2</sub> O	
3	60	30	60	40
4	80	40	80	50
5	100	60	100	70

Figura 11. Reprodução de tabela do livro Cerrado: correção do solo e adubação, pág.309

Para a cultura do Milho (Figura 12).

Sat. por base indicada	
Sequeiro	50,00%
Irrigado	60,00%

Adubação de semeadura					
Expectativa de rendimento	N	P extraível		K extraível	
		Adequado	Alto	Adequado	Alto
t/ha	kg/ha	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha de K <sub>2</sub> O	
6	20	60	30	60	30
8	30	80	40	60	40
10	30	100	50	60	50
12	30	120	60	60	60

Adubação de Cobertura		
Expectativa de rendimento	N	K <sub>2</sub> O
t/ha	kg/ha	kg/ha
6	40	0
8	70	30
10	130	60
12	180	90

Figura 12 . Reprodução de tabelas e informações descritas no livro Cerrado: correção do solo e adubação, pág.306.

Para o feijão (Figura 13).

Sat. Por base indicada	
Sequeiro	50%
Irrigado	60%

Adubação de semeadura					
Expectativa de rendimento	N	P extraível		K extraível	
		Adequado	Alto	Adequado	Alto
t/ha	kg/ha	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha de K <sub>2</sub> O	
3	20	60	30	60	40
4	20	80	40	80	50
5	20	100	60	100	70

Adubação de Cobertura	
Expectativa de rendimento	N
t/ha	kg/ha
3	40
4	60
5	80

Figura 13. Reprodução de tabelas e informações descritas no livro Cerrado: correção do solo e adubação, pág.296.

Do manual “5ª aproximação” foram retiradas as seguintes tabelas, para interpretação e recomendação.

Definição dos teores de potássio e fósforo (Figura 14).

Característica	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup> -----					
<b>Argila (%)</b>	<b>Fósforo disponível<sup>2/</sup></b>				
60 – 100	< 10,0	10,1 – 21,0	21,1 – 32,0 <sup>3/</sup>	32,1– 48,0	> 48,0
35 – 60	< 16,0	16,1 – 32,0	32,1 – 48,0	48,1– 72,0	> 72,0
15 – 35	< 26,0	26,1 – 48,0	48,1 – 80,0	80,1– 120,0	> 120,0
0 – 15	< 40,0	48,1 – 80,0	80,1 –120,0	120,1– 180,0	> 180,0
<b>P-rem (mg/L)</b>	<b>Fósforo disponível<sup>2/</sup></b>				
0 – 4	< 12,0	12,1 – 17,2	17,3 – 24,0 <sup>3/</sup>	24,1– 36,0	> 36,0
4 – 10	< 16,0	16,1 – 24,0	24,1 – 33,2	33,3– 50,0	> 50,0
10 – 19	< 24,0	24,1 – 33,2	33,3 – 45,6	45,7– 70,0	> 70,0
19 – 30	< 32,0	32,1 – 45,6	45,7 – 63,2	63,3– 96,0	> 96,0
30 – 44	< 44,0	44,1 – 63,2	63,3 – 87,2	87,3–132,0	> 132,0
44 – 60	< 60,0	60,1 – 87,2	87,3 –120,0	120,1–180,0	> 180,0
	<b>Potássio disponível<sup>2/</sup></b>				
	< 20,0	21 –50	51 – 90 <sup>4/</sup>	91–140	> 140

Figura 14. Tabela retirada do livro 5ª Aproximação, pág. 156.

Para cultura do Milho (Figura 15).

Produtividade	Dose de N Plantio	Disponibilidade de P <sup>1/</sup>			Disponibilidade de K <sup>1/</sup>			Dose de N Cobertura
		Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa	
		----- Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----			----- Dose de K <sub>2</sub> O -----			
t/ha		kg/ha						
4 - 6	10 - 20	80	60	30	50	40	20	60
6 - 8	10 - 20	100	80	50	70	60	40	100
> 8	10 - 20	120	100	70	90	80	60	140

Figura 15. Tabela retirada do livro 5ª Aproximação, pág. 280.

Para cultura da Soja (Figura16).

Disponibilidade de P <sup>1/</sup>			Disponibilidade de K <sup>1/</sup>		
Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
----- Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----			----- Dose de K <sub>2</sub> O -----		
----- kg/ha -----					
120	80	40	120	80	40

Figura 16. Tabela retirada do livro 5ª Aproximação, pág. 288

Para Feijão (Figura 17).

Nível tecnológico	N <sup>1/</sup> Plantio	Disponibilidade de P <sup>2/</sup>			Disponibilidade de K <sup>2/</sup>			N Cobertura
		Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa	
		— Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —			— Dose de K <sub>2</sub> O —			
		kg/ha						
NT <sub>1</sub>	20	70	50	30	30	20	20	20 <sup>3/</sup>
NT <sub>2</sub>	20	80	60	40	30	20	20	30 <sup>3/</sup>
NT <sub>3</sub>	30	90	70	50	40	30	20	40 <sup>4/</sup>
NT <sub>4</sub>	40	110	90	70	50	40	20	60 <sup>4/</sup>

Figura 17. Tabela retirada do livro 5ª Aproximação, pág.274

#### **4.3.4 Variáveis resposta**

Após criação das telas e definição das entradas foi realizado a programação propriamente dita, inclusão de variáveis e definição das interações entre elas. Chegando-se as variáveis respostas, definidas como:

- Saturação por base da amostra;
- CTC à pH 7,0;
- Classificação da acidez do solo;
- Classificação dos teores de fósforo e potássio do solo;
- Necessidade de calagem;
- Necessidade de correção fosfatada e/ou potássica;
- Indicação de adubação de semeadura e cobertura com os respectivos formulados e fertilizantes indicados;

#### **4.4 Testes**

Diversas atividades de testes são executadas a fim de se validar o produto de software, testando cada funcionalidade de cada módulo, levando em consideração a especificação feita na fase de projeto. Onde o principal resultado é o relatório de testes, que contém as informações relevantes sobre erros encontrados no sistema, e seu comportamento em vários aspectos. Ao final dessa atividade, os diversos módulos do sistema são integrados, resultando no produto de software.

Nessa etapa os testes foram essenciais para corrigir todos os eventuais erros de lógica do programa e aproximando ao máximo os resultados das variáveis resposta com as publicações que foram utilizadas de base. Os erros são denominados exceções e nessa fase do projeto foi realizado o tratamento de todas exceções.

#### **4.5 Avaliação da precisão do software FertSolo comparado com interpretações feitas por Agrônomos de forma manual**

Nessa etapa do projeto foram comparadas 9 análises químicas e recomendações de corretivos e adubos elaboradas por engenheiros agrônomos de uma empresa de planejamento, habilitados para a função.

A plataforma utilizada para a construção das tabelas de comparações foi o Microsoft Excel 365. Foram definidos os valores de calcário, N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  indicados por hectare para cada uma das recomendações apresentadas e em cada época de aplicação analisada, foi gerado no software FertSolo 1.0 recomendações para essas

áreas utilizando as mesmas análises químicas de referência anteriormente apresentadas. Logo após foram inseridos nas planilhas os teores em cada etapa em que foi indicado e realizado a observação de divergências e convergências.

Os teores foram divididos em três categorias, aqueles em que a interpretação realizada manualmente em comparação com a recomendada pelo software possuía um desvio em relação a média dos dois teores foi igual ou inferior a 5% a qual foi atribuído o nome de “Igual” e atribuído a letra *I* na coluna de comparações, aqueles em que o desvio da média igual ou inferior a 15% foi considerado “Aproximado”, atribuído a letra *A* na coluna de comparações, e aqueles em que o desvio da média foi superior a 15% considerado “Diferente” atribuído a letra *D* na coluna de comparações. Partindo daí foram realizadas as comparações em relação a quantidade de letras *I*, *A* e *D*, considerando um total de 27 comparações para cada cultura analisada. Sendo elas:

3 comparações quanto a recomendação de calcário, 3 comparações sobre a quantidade de  $P_2O_5$  indicado para adubação corretiva e 3 comparações em relação a quantidade de  $K_2O$  indicada para a aplicação corretiva.

9 comparações quanto os teores de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  indicados no plantio.

Por fim mais 9 comparações os teores de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  indicados para aplicação em cobertura.

Para a apresentação da documentação disponibilizada foi atribuído a denominação “Amostra” e a numeração sequencial de acordo com a ordem em que foi analisada, em ordem crescente, podendo assim comparar os teores indicados pelos profissionais com os teores indicados pelo software.

## **5. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE E VALIDAÇÃO**

Foram disponibilizadas seis análises químicas do solo e recomendações de calagem e adubação por uma empresa de planejamento, para que fizesse a comparação e atestasse uma das possibilidades da utilização do software, que é como um serviço fornecido pelas empresas de planejamento privada aos clientes.

No planejamento a recomendação permite prever a quantidade de adubos que devem ser adquiridos, permitindo assim a elaboração de um cronograma que forneça uma maior viabilidade financeira ao produtor. Em todos os projetos deve-se realizar uma análise de solo, interpretação e recomendação de adubação. Inclusive para projetos submetidos a instituições financeiras.

Tratando-se de crédito rural a apresentação da recomendação de correção e adubação no período analisado, safra 2018/2019, considerando o enquadramento ao Programa de garantia a atividade agropecuária (Proagro) é descrito na regra do Manual de Crédito Rural, Capítulo 16, Seção 1-8, informa que o beneficiário do programa obriga-se a:

“Letra d) entregar ao agente, no ato da formalização da operação com enquadramento no Proagro, com valor financiado do empreendimento enquadrado superior a R\$5.000,00 (cinco mil reais), os documentos abaixo indicados, os quais devem estar em nome do mutuário, de membro da família constante da DAP ou do proprietário da terra, e informar o número de hectares da gleba da lavoura a que se referem, o município e a matrícula do imóvel ou, na sua inexistência, o nome do imóvel: (Res 4.418, Res 4.510 art 1º)

I - Resultado de análise química do solo, com até 2 (dois) anos de emissão, e respectiva recomendação do uso de insumos; (Res 4.418)”

No caso de não apresentação da Recomendação de adubação, o enquadramento da operação é considerado indevido, por esse motivo o julgamento de Proagro é indeferido não sendo pago nenhum valor de cobertura ao mutuário.

As análises químicas e recomendações fornecidas foram:

Três análises químicas do solo e recomendação de adubação em operação de Milho utilizadas na Safra 2018/2019;

Três análises químicas do solo e recomendação de adubação em operação de Feijão utilizadas na Safra 2018/2019;

Três análises químicas do solo e recomendação de adubação em operação de Soja utilizadas na Safra 2018/2019;

As análises fornecidas foram realizadas em laboratórios cadastrados para tal finalidade e as recomendações foram feitas por profissionais capacitados em suas regiões e ainda atestado por entidades idôneas. Os dados dessas empresas e profissionais foram ocultados pois não são objetos de análise desse trabalho, apenas foram considerados a título de comparação da recomendação da correção e adubação disponibilizada pelo software FertSolo 1.0 com as recomendações disponíveis no mercado por profissionais habilitados.



## 5.1 Comparação entre as interpretações de análises de solo para a lavoura de milho

A expectativa de produção para as operações analisadas foram de 8,0 e 9,0 toneladas por hectare, tratando de propriedades com nível tecnológico considerado médio.

### MILHO Amostra 1 - Análise de solo

Área total: 14.28 Ha

Área plantio: 14.28 Ha

Coordenadas geográficas:

Amostra 1 - MILHO

Controle: 28702 / 2017

Resultado de Análise de Solos			INTERPRETAÇÃO		
ELEMENTOS		Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Cálcio	Ca	5.98			■■■■
Magnésio	Mg	1.50			■■■■
Potássio	K	0.70			■■■■
Sódio	Na				
Alumínio	Al	0.08	■■■■		
H + Alumínio	H + Al	6.69			■■■■
Soma de bases	S	6.58			■■■■
CTC pH 7.0	T	15.27			■■■■
CTC efetiva	t				
		g/dm <sup>3</sup>			
Carbono	C	8.88		■■■■	
M. Orgânica	MO	15.27		■■■■	
		%			
Sat. Alumínio	Al	0.92	■■■■	■■■■	
Sat. Bases	V	58.19		■■■■	
Argila	Arg				
		mg/dm <sup>3</sup>			
Boro	B				
Enxofre	S				
Ferro	Fe	50.00		■■■■	
Manganês	Mn	109.30			■■■■
Cobre	Cu	18.90			■■■■
Zinco	Zn	10.10			■■■■
pH Água					
pH SMP					
pH CaCl <sub>2</sub>		4.90			

GRANULOMETRIA %	
Areia:	20.00
Silte:	21.25
Argila:	58.75
Classificação do Solo, Tipo: 3	

FÓSFORO		
	mg/dm <sup>3</sup>	
Fósforo	P	5.40
Fósforo Rem.		6.66
Nível Crítico de Fósforo	NCP	6.854
	%	
Fósforo Relativo	PR	78.787

RELAÇÕES Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>			
Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	KN(Ca+Mg)
3.15	8.54	2.71	0.25

K%	Ca%	Mg%	H%	Al%
4.58	39.16	12.44	43.29	0.52

Cascavel, 06 de Setembro de 2017

MILHO Amostra 1- Recomendação manual, expectativa de 9,0 t/ha de milho.

RECOMENDAÇÃO DE INSUMOS										
PROFONTE										
CPF										
CULTURA	Milho									
ÁREA FINANCIADA	14,28	há								
MATRICULA	1.292		0	0	0	0	0	0	0	0
Nº DE CONTROLE										
ANÁLISE DE SOLO	69325/2015									
LABORATÓRIO										
DATA DA ANÁLISE										

#### Recomendação de Calagem

Produto	Unidade	Quantidade por há	

#### Recomendação de Adubação

Produto	Unidade	Quantidade por há	
12-24-12	sacas	7	aplicar no plantio
46-00-00	sacas	4,5	aplicar a partir de v3 a lanço

#### Recomendação de Fosfatagem

Produto	Unidade	Quantidade por há	
			Fosforo já presente na adubação de base

OBSERVAÇÕES:

--

**MILHO Amostra 1 - Recomendação disponibilizada pelo software  
FertSolo 1.0, expectativa de 9,0 t/ha de milho.**



Data de emissão:

29/6/2019

Solicitante : AMOSTRA 1- MILHO    CPF: XXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXXX

Cultura: Milho saqueiro    Área: 14,28 hectares

---

### *Interpretação da análise*

Saturação por bases da amostra: 55,9%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 15,17cmolc/ha

Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Média - Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

### *Recomendação*

Necessidade de Calagem: Oton de calcário/ha

#### *Adubação Corretiva*

Fósforo (P) : 50kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0kg de K2O/ha

Fontes sugeridas :

278kg de S. Simples/ha

#### *Adubação de Plantio*

Nitrogênio (N) : 30kg de N/ha

Fósforo (P) : 90kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 45kg de K2O/ha

Formulado exato: 8-26-11 346kg/ha

Formulados alternativos: 10-25-10 360kg/ha



Data de emissão:

29/6/2019

### Adubação de Cobertura

Nitrogênio (N) : 70kg de N/ha

Potássio (K) : 45kg de K<sub>2</sub>O/ha

Fontes sugeridas : 16-0-10 450kg/ha

**OU** 156kg de Ureia/ha **E** 75 kg de Cloreto de potássio/ha

#### Obs. da cultura :

- Para a cultura do milho as adubações de cobertura podem ser em doses únicas ou parceladas:

Dose única: aplicar entre os estádios v4 à v6 (20DAE);

Doses parceladas: a primeira aplicação entre v3 e v4(15DAE) e a segunda aplicação entre v6 e v8(30DAE).

- Zinco é um micronutriente limitante para essa cultura.

- Potássio deve ser aplicado até 30DAE

## MILHO Amostra 2 - Análise de solo

Amostra: 00-20CM

Área total: 18,40 HA

Amostra 2 - Milho

Controle: 28518 / 2017

Resultado de Análise de Solos				INTERPRETAÇÃO		
ELEMENTOS		mg/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Cálcio	Ca		6,53			■■■■■
Magnésio	Mg		2,02			■■■■■
Potássio	K	163,80	0,42			■■■■■
Alumínio	Al		0,10	■■■■■		
H + Alumínio	H + Al		7,76			■■■■■
Soma de bases	S		8,97			■■■■■
C T C pH 7.0	T		16,73			■■■■■
C T C efetiva	t		9,07			■■■■■
		g /dm <sup>3</sup>				
Carbono	C		16,25			■■■■■
M. Orgânica	MO		27,95			■■■■■
		%				
Sat. Alumínio	Al		1,10	■■■■■		
Sat. Bases	V		53,62		■■■■■	
Argila	Arg					
		mg/dm <sup>3</sup>				
Boro	B					
Enxofre	S					
Ferro	Fe		28,70		■■■■■	
Manganês	Mn		74,10			■■■■■
Cobre	Cu		18,30			■■■■■
Zinco	Zn		5,60			■■■■■
pH Água						
pH SMP						
pH CaCl <sub>2</sub>			4,80			

### GRANULOMETRIA %

Areia: 25,00

Silte: 23,75

Argila: 51,25

Classificação do Solo, Tipo: 3

### FÓSFORO

mg/dm<sup>3</sup>

Fósforo P 11,85

Fósforo Rem. 7,20

Nível Crítico de Fósforo NCP 7,04

%

Fósforo Relativo PR 168,29

### RELAÇÕES Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>

Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	K/√Ca+Mg
3,23	15,55	4,81	0,14

K%	Ca%	Mg%	H%	Al%
2,51	39,03	12,07	45,79	0,60

Cascavel, 30 de Agosto de 2017

**MILHO Amostra 2 - Recomendação manual, expectativa de 8,0 t/ha de milho.**

RECOMENDAÇÃO DE INSUMOS										
PROPONENTE	[REDACTED]									
CPF:	[REDACTED]									
CULTURA	Milho									
AREA FINANCIADA	8,00	há								
MATRÍCULA:	[REDACTED]	0	0	0	0	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	##
Nº DE CONTROLE	20814/2017									
ANÁLISE DE SOLO:										
LABORATÓRIO:	[REDACTED]									
DATA DA ANÁLISE:	29 DE MARÇO DE 2017									

#### Recomendação de Calagem

Produto	Unidade	Quantidade por há	

#### Recomendação de Adubação

Produto	Unidade	Quantidade por há	
08-20-15	SCS	280 kg	
27-00-00	SCS	250 kg	

#### Recomendação de Fosfatagem

Produto	Unidade	Quantidade por há	

OBSERVAÇÕES:



**MILHO Amostra 2 – Recomendação disponibilizada pelo software  
FertSolo 1.0, expectativa de 8,0 t/ha de milho.**



Data de emissão:

29/6/2019

Solicitante : AMOSTRA 2- MILHO      CPF: XXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXX      UF/Cidade: XX/XXXXXXXX

Cultura: Milho saqueiro      Área: 18,40 hectares

---

*Interpretação da análise*

Saturação por bases da amostra: 53,62%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 16,73cmolc/ha

Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Adequada - Não Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

*Recomendação*

Necessidade de Calagem: 0ton de calcário/ha

*Adubação Corretiva*

Fósforo (P) : 0kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0      kg/ha

*Adubação de Plantio*

Nitrogênio (N) : 30kg de N/ha

Fósforo (P) : 80kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 40kg de K2O/ha

Formulado exato: 10-27-13 300kg/ha

Formulados alternativos: 10-25-15 320kg/ha



Data de emissão:

29/6/2019

### Adubação de Cobertura

Nitrogênio (N) : 70kg de N/ha

Potássio (K) : 30kg de K<sub>2</sub>O/ha

Fontes sugeridas : 23-0-10 300kg/ha

OU 156kg de Ureia/ha E 50 kg de Cloreto de potássio/ha

#### Obs. da cultura :

- Para a cultura do milho as adubações de cobertura podem ser em doses únicas ou parceladas:

Dose única: aplicar entre os estádios v4 à v6 (20DAE);

Doses parceladas: a primeira aplicação entre v3 e v4(15DAE) e a segunda aplicação entre v6 e v8(30DAE).

- Zinco é um micronutriente limitante para essa cultura.

- Potássio deve ser aplicado até 30DAE



### MILHO Amostra 3 - Análise de solo

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		pH CaCl2	Si mg/kg
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na		
1821690	MILHO	25,00	4,51	4,92	6,50	1,60	0,78	15,07	17,73	9,16	109	--	--	--

Nº Lab.	Ref.	(%) Índices de Saturação							Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H		
1821690	MILHO	15,00	70,97	9,02	4,40	1,57	—	48,34	2,05	8,54

Nº Lab.	Ref.	%(m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
1821690	MILHO	3,2	29	7,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*\* ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS\*\*

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado.  
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



**MILHO Amostra 3 - Recomendação manual, expectativa de 8,0 t/ha de milho.**

Beneficiário : [REDACTED]  
Identificação : [REDACTED]  
Município : [REDACTED]

Número matrícula imóvel : 3085

Atividade produtiva:

Milho

Data laudo análise de solo : 16/08/2018

Número laudo análise de solo:

1821690

Laboratório análise de solo:

[REDACTED]

**Recomendações:**

**CORREÇÃO CALAGEM:** Conforme apresenta indica pH H<sup>2</sup>O , recomendo aplicar 17,0 toneladas de calcário dolomítico PRNT 75% por hectare ,aplicando 8,5 toneladas no primeiro plantio e o restante no 2° plantio.

**CORREÇÃO TOTAL P:**

08 sacos por hectare de Super Fosfato Triplo e lance.Caso queira optar pela adubação corretiva Gradual 20 kg no primeiro plantio e 10 kg no 2° plantio.

**CORREÇÃO DE K.**

Aplicar 50 KG de Cloreto de Potássio por hectare.

**ADUBAÇÃO DE BASE:**

aplicar 150 kg de Uréia por hectare em cobertura quando as plantas apresentarem 6 a 8 folhas.

**ADUBAÇÃO FORMULADA:**

aplicar 250 de Adubo Formulado 9 33 12 por hectare

AGRI [REDACTED]

**MILHO Amostra 3 - Recomendação disponibilizada pelo software  
FertSolo, expectativa de 8,0t/ha de milho.**



Data de emissão: 2/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 3 - MILHO    CPF: XXXXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXX

Cultura: Milho sequeiro    Área: 25 hectares

---

*Interpretação da análise*

Saturação por bases da amostra: 15%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 17,729cmole/ha

Correção de acidez: Saturação por base inferior a indicada - Necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Baixa - Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

*Recomendação*

Necessidade de Calagem: 8,27ton de calcário/ha

*Adubação Corretiva*

Fósforo (P) : 50kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0    kg/ha

278kg de S. Simples/ha

*Adubação de Plantio*

Nitrogênio (N) : 30kg de N/ha

Fósforo (P) : 80kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 40kg de K2O/ha

Formulado exato: 10-27-13 300kg/ha

Formulados alternativos: 10-25-15 320kg/ha



Data de emissão: 2/7/2019

### Adubação de Cobertura

Nitrogênio (N) : 70kg de N/ha

Potássio (K) : 30kg de K<sub>2</sub>O/ha

Fontes sugeridas : 23-0-10 300kg/ha

**OU** 156kg de Ureia/ha **E** 50 kg de Cloreto de potássio/ha

#### Obs. da cultura :

- Para a cultura do milho as adubações de cobertura podem ser em doses únicas ou parceladas:

Dose única: aplicar entre os estádios v4 à v6 (20DAE);

Doses parceladas: a primeira aplicação entre v3 e v4(15DAE) e a segunda aplicação entre v6 e v8(30DAE).

- Zinco é um micronutriente limitante para essa cultura.

- Potássio deve ser aplicado até 30DAE

### 5.1.1 Tabelas de comparação dos resultados da interpretação das análises do solo feita de forma manual e automática pelo software para Milho.

Cultura: MILHO

Tabela 1.1 - Corretivos

Correção de Acidez			Corretivos		Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	Calagem (t/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	Calc.	P	K
1 - 9,0 t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	D	I
1 - 9,0 t/ha	Rec. FertSolo	0	50	0			
2 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
2 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
3 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	8,5	0	0	I	D	I
3 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	8,27	50	0			

Tabela 1.2 - Adubação de plantio

Adubação de Semeadura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 9,0 t/ha	Rec. feita a mão	42	84	42	A	I	I
1 - 9,0 t/ha	Rec. FertSolo	30	90	45			
2 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	22,4	56	42	A	D	I
2 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	30	80	40			
3 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	22,5	82,5	30	A	I	A
3 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	30	80	40			

Tabela 1.3 - Adubação de cobertura

Adubação de Cobertura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 9,0 t/ha	Rec. feita a mão	103,5	0	0	D	I	D
1 - 9,0 t/ha	Rec. FertSolo	70	0	45			
2 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	67,5	0	0	I	I	D
2 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	70	0	30			
3 - 8,0t/ha	Rec. feita a mão	67,5	0	36	I	I	A
3 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	70	0	30			

<sup>1</sup> Coluna de comparação, a simbologia significa: letra **I** = análise interpretada igualmente pelo software (considerando 5% de desvio em relação a média), letra **A** = análise interpretada de forma aproximada pelo software (considerando até 15% de desvio em relação a média) e letra **D** = análise interpretada de forma diferente pelo software (acima de 15% de desvio em

### **5.1.2 Comentário sobre a comparação dos resultados da interpretação das análises de solo feitas de forma manual e pelo software FertSolo.**

Ao analisar as Tabelas 1.1, 1.2 e 1.3 que representam a comparação entre as recomendações feitas manualmente e as recomendações impressas pelo software *FertSolo 1.0*, para a cultura do milho, pode-se observar que em 85% dos casos as recomendações indicaram a necessidade nutricional de um mesmo nutriente e/ou fonte (Calcário, N, P e K) na mesma época de aplicação (correção, plantio ou em cobertura).

Em 59% dos casos a quantidade do nutriente foi considerada “Igual” e 19% dos casos considerada “Aproximada” e em 22% dos casos considerado “Diferente”, de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos em Material e métodos. Em todos os casos o aplicativo *FertSolo 1.0* indicou um número igual ou superior de opções de fontes.

Ainda ao analisar as recomendações de adubação de cobertura pode-se observar que na Amostra 1 e Amostra 2 não foram consideradas pelo profissional a recomendação de aplicação de potássio em cobertura, nutriente cujo a aplicação em cobertura é fundamental para um bom desempenho produtivo da planta.

## 5.2 Comparação entre as interpretações de análises de solo para a lavoura de Feijão

### FEIJÃO Amostra 1 - Análise de solo

LEITURA	
Teor de Argila % (m/v):	58,00
Teor de Matéria Orgânica (g/dm <sup>3</sup> ):	2,39
pH em água:	6,10
Índice SMP:	6,30
Al <sup>3+</sup> + H (cmol(+)/dm <sup>3</sup> ):	3,09
Al Trocável (cmol(+)/dm <sup>3</sup> ):	0,00
MACRONUTRIENTES	
Cálcio (cmol(+)/dm <sup>3</sup> ):	14,19
Magnésio - Mg (cmol(+)/dm <sup>3</sup> ):	4,42
Potássio - K (cmol(+)/dm <sup>3</sup> ):	0,64
Potássio - K (ppm):	250,00
Fósforo - P (mg/dm <sup>3</sup> ):	13,16
Enxofre - S (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'
RELAÇÕES	
Cálcio/Magnésio:	3,21
Cálcio/Potássio:	22,17
Magnésio/Potássio:	6,91
(%) Cálcio:	63,52
(%) Magnésio:	19,79
(%) Potássio:	2,86
Soma de Bases Trocáveis - S:	19,25
Capacidade de Troca de Cátions - T:	22,34
Saturação de Bases - V (%):	86,17
Saturação de Alumínio - Al (%):	0,00
CTC Efetiva:	19,25
CTC pH7:	22,34
MICRONUTRIENTES	
Cobre - Cu (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'
Zinco - Zn (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'
Boro - B (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'
Ferro - Fe (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'
Manganês - Mn (mg/dm <sup>3</sup> ):	'ns'

gestão de interpretação para solo tipo 2.  
se tem valor restrito à amostra entregue no laboratório.

METODOLOGIAS	
tal... (1995)	pH - Água
	Ca, Mg, Al - KCL 1N
	S - Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
MEHLICH 1	B - Ba Cl <sub>2</sub>

LEGENDA	
Auto	
Muito	
Bom	
'ns' (Não Solicitado)	
'ni' (Não Informado)	



**FEIJÃO Amostra 1 - Recomendação manual, expectativa de 2,40 t/ha de feijão.**

MATRÍCULA		
LAUDO ANALISE QUÍMICA		
AMOSTRA	1	
TIPO DE SOLO	3	
PRODUÇÃO ESPERADA (ha)	2,40	
CULTURA	FEIJÃO	
CALAGEM		
CALCÁRIO - PRNT 75% (t/ha)	0	
ADUBAÇÃO		
DESCRIÇÃO	FÓRMULA	QUANTIDADE POR HECTARE (Kg)
FORMULADO	09.33.12	250
NITROGENADO	45.00.00	150



**FEIJÃO Amostra 1 - Recomendação disponibilizada pelo software  
FertSolo 1.0, expectativa de 2,4 t/ha de feijão.**



Data de emissão: 3/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 1 - FEIJÃO CPF: XXXXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXXXX UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXX

Cultura: Feijão sequeiro Área: 20 hectares

---

### *Interpretação da análise*

Saturação por bases da amostra: 86,17%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 22,34 cmolc/ha

Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

### *Recomendação*

Necessidade de Calagem: 0 ton de calcário/ha

#### *Adubação Corretiva*

Fósforo (P) : 0 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0 kg/ha

#### *Adubação de Plantio*

Nitrogênio (N) : 20 kg de N/ha

Fósforo (P) : 30 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 40 kg de K2O/ha

Formulado exato: 10-15-20 200 kg/ha

Formulados alternativos: 10-15-20 200 kg/ha



Data de emissão: 3/7/2019

### *Adubação de Cobertura*

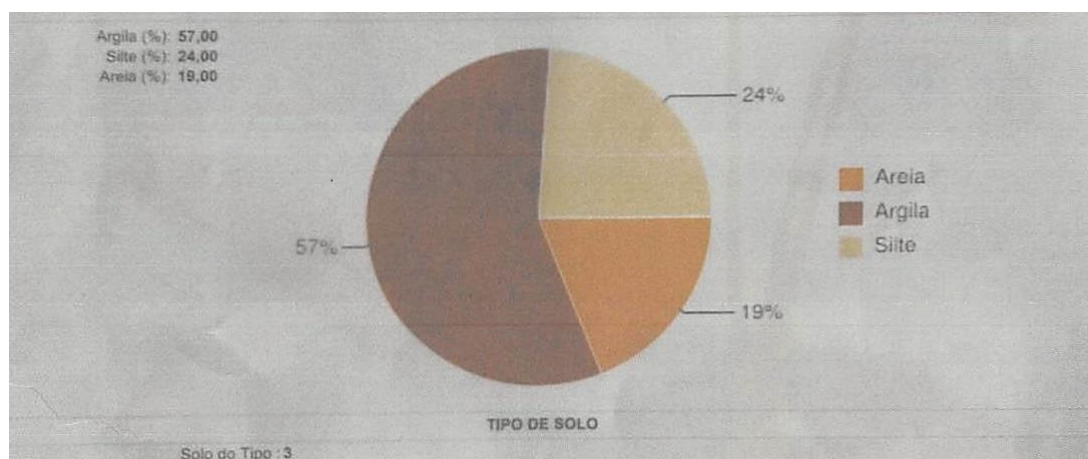
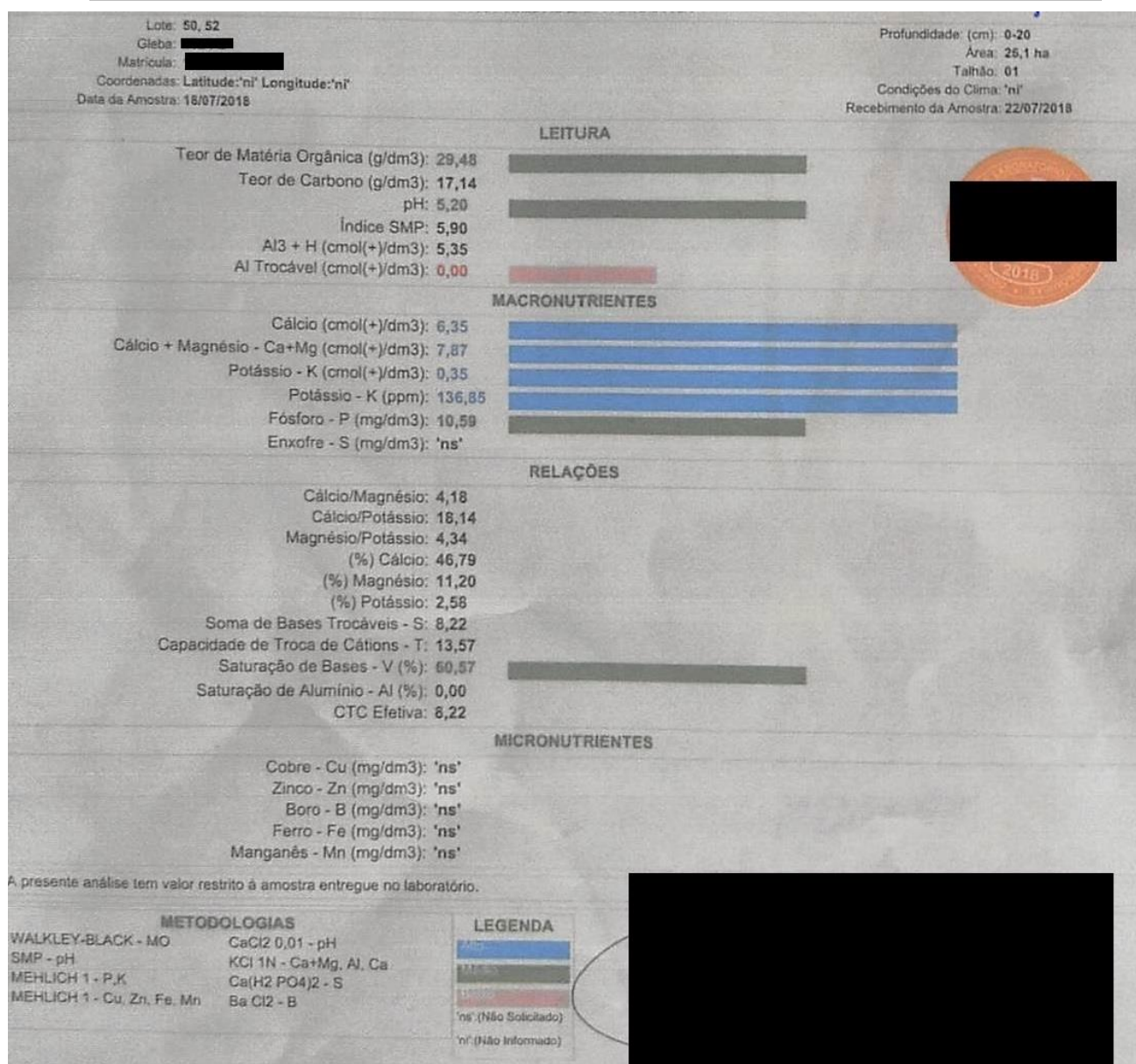
*Nitrogênio (N) : 40 kg de N/ha*

*Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha*

*Fontes sugeridas :*

*89kg de Ureia/ha*

## FEIJÃO Amostra 2 - Análise de solo



**FEIJÃO Amostra 2 - Recomendação manual, expectativa de 3,0 t/ha de feijão.**

**Recomendação de Adubação de Plantio**

Produto	Unidade	Quantidade por há	
Formulado 08-20-15	kg	250	

**Recomendação de Adubação de cob**

Produto	Unidade	Quantidade por há	
Urêia 22-00-11	kg	115	

**OBSERVAÇÕES:**

--

**FEIJÃO Amostra 2 - Recomendação disponibilizada pelo software  
FertSolo 1.0, expectativa de 3,0t/ha de feijão**



Data de emissão: 6/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 2 - FEIJÃO    CPF: XXXXXXXXXXXXX  
Fazenda: XXXXXXXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Cultura: Feijão sequeiro    Área: 25,1 hectares

---

***Interpretação da análise***

Saturação por bases da amostra: 60,57%  
Saturação por bases da indicada: 50%  
CTC à pH7,0: 13,57 cmolc/ha  
Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.  
Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Adequada - Não Necessita correção.  
Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

***Recomendação***

Necessidade de Calagem: 0 ton de calcário/ha

***Adubação Corretiva***

Fósforo (P) : 0 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0      kg/ha

***Adubação de Plantio***

Nitrogênio (N) : 20 kg de N/ha  
Fósforo (P) : 60 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 40 kg de K2O/ha

Formulado exato: 7-24-14 250 kg/ha

Formulados alternativos: 5-25-15 240 kg/ha



Data de emissão: 6/7/2019

### Adubação de Cobertura

Nitrogênio (N) : 40 kg de N/ha

Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha

Fontes sugeridas : 0 kg/ha

OU 89kg de Ureia/ha

Obs. da cultura :

## FEIJÃO Amostra 3 - Análise de solo

Registro N°: 2017- [REDACTED]

Recebimento: 12/04/2017

Matrícula: [REDACTED]

Expedição: 20/04/2017

Argila %	pH / H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/L	K mg/L	M. O. %
59,0	6,2	6,2	38,0	241,0	2,4

Al cmolc/L	Ca cmolc/L	Mg cmolc/L
0,0	7,6	3,2

(Unidades: **mg/L** = mg/dm<sup>3</sup> (peso / volume); **cmolc/L** = cmolc/dm<sup>3</sup> = me/100 ml; CTC a pH 7,0)

**Índice SMP:** analisado por TSM (Tampão Santa Maria)

CTC cmolc/L	H + Al cmolc/L	% Sat. da CTC	
		Bases	Al
14,4	3,0	79,2	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
2,4	12,3	5,2

S mg/L	Zn mg/L	Cu mg/L	B mg/L	Mn mg/L	Fe %
19,4	33,0	27,1	0,6	7,0	

Consulte um Engenheiro Agrônomo para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.

20 de abril de 2017.



**FEIJÃO Amostra 3 - Recomendação manual, expectativa de 2,4 t/ha de feijão.**

IMÓVEL RURAL		
MATRÍCULA		
LAUDO ANALISE QUÍMICA	2017	
AMOSTRA	1	
TIPO DE SOLO		
		3
PRODUÇÃO ESPERADA (ha)		2,4
CULTURA		FEIJÃO
CALAGEM		
CALCÁRIO - PRNT 75% (t/ha)		
		0
ADUBAÇÃO		
DESCRIÇÃO	FÓRMULA	QUANTIDADE POR HECTARE (Kg)
FORMULADO	7.20.10	100
UREIA SUPER N	45.00.00	1000
SFT		
CLORETO DE POTÁSSIO		



**FEIJÃO Amostra 3 – Recomendação disponibilizada pelo software FertSolo 1.0, expectativa de 2 t/ha de feijão.**



Data de emissão: 3/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 3 – FEIJÃO    CPF: XXXXXXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXX

Cultura: Feijão sequeiro    Área: 21,9 hectares

---

### *Interpretação da análise*

Saturação por bases da amostra: 79,19%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 14,416 cmolc/ha

Correção de acidez: Saturação por base adequada – Não necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Alta – Não Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta – Não Necessita correção.

### *Recomendação*

Necessidade de Calagem: 0 ton de calcário/ha

### *Adubação Corretiva*

Fósforo (P) : 0 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0    kg/ha

### *Adubação de Plantio*

Nitrogênio (N) : 20 kg de N/ha

Fósforo (P) : 30 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 40 kg de K2O/ha

Formulado exato: 10-15-20 200 kg/ha

Formulados alternativos: 10-15-20 200 kg/ha



Data de emissão: 3/7/2019

### *Adubação de Cobertura*

*Nitrogênio (N) : 40 kg de N/ha*

*Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha*

*Fontes sugeridas :*

*89kg de Ureia/ha*

## 5.2.1 Tabelas de comparação dos resultados da interpretação das análises do solo feita de forma manual e automática pelo software para Feijão.

Cultura: FEIJÃO

Tabela 2.1 - Corretivos

Correção de Acidez			Corretivos		Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	Calagem (t/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	Calc.	P	K
1 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
1 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
2 - 3,0t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
2 - 3,0t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
3 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
3 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			

Tabela 2.2 - Adubação de plantio

Adubação de Semeadura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	22,5	82,5	30	A	D	A
1 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	20	30	40			
2 - 3,0t/ha	Rec. feita a mão	20	50	37,5	I	A	I
2 - 3,0t/ha	Rec. FertSolo	20	60	40			
3 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	7	20	10	D	D	D
3 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	20	30	40			

Tabela 2.3 - Adubação de cobertura

Adubação de Cobertura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	67,5	0	0	D	I	I
1 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	40	0	0			
2 - 3,0t/ha	Rec. feita a mão	33	0	16	A	I	D
2 - 3,0t/ha	Rec. FertSolo	40	0	0			
3 - 2,4 t/ha	Rec. feita a mão	450	0	0	D	I	I
3 - 2,4 t/ha	Rec. FertSolo	40	0	0			

<sup>1</sup> Coluna de comparação, a simbologia significa: letra **I** = análise interpretada igualmente pelo software (considerando **5%** de desvio em relação a média), letra **A** = análise interpretada de forma aproximada pelo software (considerando até **15%** de desvio em relação a média) e letra **D** = análise interpretada de forma diferente pelo software (acima de **15%** de desvio em relação a média).

### **5.2.2 Comentário sobre a comparação dos resultados da interpretação das análises de solo feitas de forma manual e pelo software FertSolo.**

Ao analisar as Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3 que representam a comparação entre as recomendações feitas manualmente e as recomendações impressas pelo software *FertSolo 1.0*, para a cultura do feijão, pode-se observar que em 96% dos casos as recomendações indicaram a necessidade nutricional de um mesmo nutriente e/ou fonte na mesma época de aplicação.

Em 59% dos casos a quantidade do nutriente foi considerada “Igual” e 15% dos casos considerada “Aproximada” e em 26% dos casos considerado “Diferente”, de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos em Material e métodos. Em todos os casos o aplicativo *FertSolo 1.0* indicou um número igual ou superior de opções de fontes.

Destaca-se ainda a Amostra 3 que em cobertura indicou um teor de nitrogênio fora dos parâmetros comuns podendo expressar um caso de erro de digitação pelo profissional que a elaborou.

### 5.3 Comparação entre as interpretações de análises de solo para a lavoura de Soja

#### SOJA Amostra 1 – Análise de solo

Amostra: 00-20 Data Coleta: 06/08/2018

Área total: 30,00 HA

Coordenadas geográficas:

Controle: 82013 / 2018

Resultado de Análise de Solos				INTERPRETAÇÃO		
ELEMENTOS		mg/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Cálcio	Ca		3,69		■■■■	
Magnésio	Mg		1,10			■■■■
Potássio	K	128,70	0,33			■■■■
Alumínio	Al		0,43	■■■■		
H + Alumínio	H + Al		8,36			■■■■
Soma de bases	S		5,12		■■■■	
CTC pH 7.0	T		13,48			■■■■
CTC efetiva	t		5,55			■■■■
		g/dm <sup>3</sup>				
Carbono	C		22,88			■■■■
M. Orgânica	MO		39,35			■■■■
		%				
Sat. Alumínio	Al		7,75	■■■■		
Sat. Bases	V		37,98	■■■■		
Argila	Arg		52,88			
		mg/dm <sup>3</sup>				
Boro	B		0,26	■■■■		
Enxofre	S		6,27		■■■■	
Ferro	Fe		20,20		■■■■	
Manganês	Mn		76,00			■■■■
Cobre	Cu		10,20			■■■■
Zinco	Zn		8,10			■■■■
pH Água						
pH SMP						
pH CaCl <sub>2</sub>			4,60			
Observação:						

GRANULOMETRIA %			
Areia:			
Silte:			
Argila:			
Classificação do Solo, Tipo:			

FÓSFORO			
mg/dm <sup>3</sup>			
Fósforo	P		14,40
Fósforo Rem.			21,60
Nível Crítico de Fósforo	NCP		12,38
Fósforo Relativo	PR		116,29

RELAÇÕES			
Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>			
Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	K/√Ca+Mg
3,35	11,18	3,33	0,15

K%	Ca%	Mg%	H%	Al%
2,45	27,37	8,16	58,83	3,19

**SOJA Amostra 1 – Recomendação manual, expectativa de 3,7 t/ha de soja**

<b>PRODUTIVIDADE ESPERADA:</b>	3.718 kg/ha
<b>ANALISE DE SOLO:</b>	82013/2018
<b>CULTIVAR:</b>	63i64RSF IPRO
<b>ADUBAÇÃO E CALCÁRIO:</b>	
Utilizar adubação de base NPK , 285 kg/ha de 02-20-20. Não ha necessidade de calagem	
<b>HERBICIDAS/FUNGICIDAS E INSETICIDAS:</b>	
Os demais insumos serão aplicados conforme recomendação técnica. Os defensivos serão aplicados conforme a necessidade da cultura.	
<b>OUTROS INSUMOS:</b>	
Os demais insumos serão aplicados conforme recomendação técnica.	

**SOJA Amostra 1 - Recomendação disponibilizada pelo software FertSolo 1.0, expectativa de 3,7 t/ha de soja**



Data de emissão: 6/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 1 - SOJA    CPF: XXXXXXXXXXXXXXX  
Fazenda: XXXXXXXXXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXXXX  
Cultura: Soja sequeiro    Área: 30 hectares

---

**Interpretação da análise**

Saturação por bases da amostra: 37,98%  
Saturação por bases da indicada: 50%  
CTC à pH7,0: 13,48 cmolc/ha  
Correção de acidez: Saturação por base inferior a indicada - Necessita de correção.  
Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.  
Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

**Recomendação**

Necessidade de Calagem: 1,62 ton de calcário/ha

**Adubação Corretiva**

Fósforo (P) : 0 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0    kg/ha

**Adubação de Plantio**

Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha  
Fósforo (P) : 37 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 49 kg de K2O/ha

Formulado exato: 0-20-26 185 kg/ha  
Formulados alternativos: 2-20-25 185 kg/ha



Data de emissão: 6/7/2019

### Adubação de Cobertura

Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha

Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha

Fontes sugeridas : 0 kg/ha

Obs. da cultura :



## SOJA Amostra 2 – Análise de solo

Amostra: 00-20cm  
Área total: 31,46 HA

Data Coleta: 07/08/201

Controle:                     

Resultado de Análise de Solos			INTERPRETAÇÃO		
ELEMENTOS		Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Cálcio	Ca	10.98			■■■■
Magnésio	Mg	2.91			■■■■
Potássio	K	0.62			■■■■
Sódio	Na				
Alumínio	Al	0.00	■■■■		
H + Alumínio	H + Al	3.42		■■■■	
Soma de bases	S	14.51			■■■■
CTC pH 7.0	T	17.93			■■■■
CTC efetiva	t				
g /dm <sup>3</sup>					
Carbono	C	25.33			■■■■
M. Orgânica	MO	43.57			■■■■
%					
Sat. Alumínio	Al	0.00	■■■■		
Sat. Bases	V	80.93			■■■■
Argila	Arg	48.45			■■■■
mg/dm <sup>3</sup>					
Boro	B				
Enxofre	S				
Ferro	Fe	18.45		■■■■	
Manganês	Mn	148.60			■■■■
Cobre	Cu	11.33			■■■■
Zinco	Zn	16.13			■■■■
pH Água					
pH SMP					
pH CaCl <sub>2</sub>		5.70			

GRANULOMETRIA %			
Areia:			
Silte:			
Argila:			
Classificação do Solo, Tipo:			

FÓSFORO			
	mg/dm <sup>3</sup>		
Fósforo	P		90.88
Fósforo Rem.			29.34
Nível Crítico de Fósforo	NCP		15.530
	%		
Fósforo Relativo	PR		585.196

RELAÇÕES Cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>			
Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	K/√Ca+Mg <sup>1</sup>
3.77	17.71	4.69	0.17

K%	Ca%	Mg%	H%	Al%
3.46	61.24	16.23	19.07	0.00

## SOJA Amostra 2 – Recomendação manual, expectativa de 3,6 t/ha de soja

Produtividade esperada(kg/há)	3.600,00
Análise de solo:	
ADUBAÇÃO E CALCÁRIO:	
Utilizar adubação de base a 250 kg/há da formula 02 20 18	
HERBICIDAS, FUNGICIDAS E INSETICIDAS:	
Utilizar 2,0 litros de glifosato/há mais 0,8 l/há de 2,4-D(ou similar) no manejo da cultura.	
OUTROS INSUMOS	
Utilizar fungicida e inseticida no tratamento, caso a semente não venha tratada.	

**SOJA Amostra 2 - Recomendação disponibilizada pelo software FertSolo 1.0, expectativa de 3,6 t/ha de soja**



Data de emissão: 6/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 2 - SOJA CPF: XXXXXXXXXXXXXXX

Fazenda: XXXXXXXXXXXXXXX UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXXXXXXX

Cultura: Soja sequeiro Área: 17,8 hectares

---

**Interpretação da análise**

Saturação por bases da amostra: 80,93%

Saturação por bases da indicada: 50%

CTC à pH7,0: 17,93 cmolc/ha

Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.

Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

**Recomendação**

Necessidade de Calagem: 0 ton de calcário/ha

**Adubação Corretiva**

Fósforo (P) : 0 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0 kg/ha

**Adubação de Plantio**

Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha

Fósforo (P) : 36 kg de P2O5/ha

Potássio (K) : 47 kg de K2O/ha

Formulado exato: 0-20-26 180 kg/ha

Formulados alternativos: 2-20-25 180 kg/ha



Data de emissão: 6/7/2019

### *Adubação de Cobertura*

*Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha*

*Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha*

*Fontes sugeridas : 0 kg/ha*

*Obs. da cultura :*

## SOJA Amostra 3 – Análise de solo



### **SOJA Amostra 3 – Recomendação manual, expectativa de 4,2 t/ha de soja**

Necessidades do solo para produção de soja 70 sc –há

Calcário :2,6 ton calcário calcítico por há

NITROGENIO: inoculação de semente com brahdyhizobium

FOSFORO: 110 kg – há

POTASSIO: 110 kg-há

**Recomendação de adubação para produção de 70 sc –há**

250 KG DE ADUBO 07-38-00 microelementais na Base ou formula similar

170 kg de cloreto de potássio. Este deve ser aplicado a lanço antes do plantio sem necessidades de incorporação.

Ou usar

450 kg de adubo 04-24-12 na base

**SOJA Amostra 3 - Recomendação disponibilizada pelo software FertSolo 1.0, expectativa de 4,2 t/ha de soja**



Data de emissão: 6/7/2019

Solicitante : AMOSTRA 3 - SOJA    CPF: XXXXXXXXXXXX  
Fazenda: XXXXXXXXXXXX    UF/Cidade: XX/XXXXXXXXXX  
Cultura: Soja sequeiro    Área: 17,8 hectares

---

**Interpretação da análise**

Saturação por bases da amostra: 55,58%  
Saturação por bases da indicada: 50%  
CTC à pH7,0: 12,36 cmolc/ha  
Correção de acidez: Saturação por base adequada - Não necessita de correção.  
Teor de fósforo: Classe de disponibilidade Média - Necessita correção.  
Teor de potássio: Classe de disponibilidade Alta - Não Necessita correção.

**Recomendação**

Necessidade de Calagem: 0 ton de calcário/ha

**Adubação Corretiva**

Fósforo (P) : 50 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 0 kg de K2O/ha

Fontes sugeridas : 0    kg/ha  
278 kg de S. Simples/ha

**Adubação de Plantio**

Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha  
Fósforo (P) : 84 kg de P2O5/ha  
Potássio (K) : 56 kg de K2O/ha

Formulado exato: 0-22-15 375 kg/ha  
Formulados alternativos: 2-20-15 420 kg/ha





Data de emissão: 6/7/2019

### *Adubação de Cobertura*

*Nitrogênio (N) : 0 kg de N/ha*

*Potássio (K) : 0 kg de K<sub>2</sub>O/ha*

*Fontes sugeridas : 0 kg/ha*

*Obs. da cultura :*



### 5.3.1 Tabelas de comparação dos resultados da interpretação das análises do solo feita de forma manual e automática pelo software para Soja.

Cultura: SOJA

Tabela 3.1 - Corretivos

Correção de Acidez			Corretivos		Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	Calagem (t/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	Calc.	P	K
1 - 3,7t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	D	I	I
1 - 3,7t/ha	Rec. FertSolo	1,62	0	0			
2 - 3,6t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
2 - 3,6t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
3 - 4,2t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	D	I
3 - 4,2t/ha	Rec. FertSolo	0	50	0			

Tabela 3.2 - Adubação de plantio

Adubação de Semeadura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 3,7t/ha	Rec. feita a mão	5,7	57	57	A	D	A
1 - 3,7t/ha	Rec. FertSolo	3,7	37	49			
2 - 3,6t/ha	Rec. feita a mão	5	50	45	A	D	I
2 - 3,6t/ha	Rec. FertSolo	3,6	36	47			
3 - 4,2t/ha	Rec. feita a mão	18	108	54	D	A	A
3 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	8,4	84	46			

Tabela 3.3 - Adubação de cobertura

Adubação de Cobertura					Comparação		
Amostra - Expect.	Origem	N (kg de N/ha)	P (kg de $P_2O_5$ /ha)	K (kg de $K_2O$ /ha)	N	P	K
1 - 3,7t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
1 - 3,7t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
2 - 3,6t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
2 - 3,6t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			
3 - 4,2t/ha	Rec. feita a mão	0	0	0	I	I	I
3 - 8,0t/ha	Rec. FertSolo	0	0	0			

<sup>1</sup> Coluna de comparação, a simbologia significa: letra **I** = análise interpretada igualmente pelo software (considerando **5%** de desvio em relação a média), letra **A** = análise interpretada de forma aproximada pelo software (considerando até **15%** de desvio em relação a média) e letra **D** = análise interpretada de forma diferente pelo software (acima de **15%** de desvio em relação a média).

### **5.3.2 Comentário sobre a comparação dos resultados da interpretação das análises de solo feitas de forma manual e pelo software FertSolo.**

Ao analisar as Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 que representam a comparação entre as recomendações feitas manualmente e as recomendações impressas pelo software *FertSolo 1.0*, para a cultura da soja, pode-se observar que em 93% dos casos as recomendações indicaram a necessidade nutricional de um mesmo nutriente e/ou fonte na mesma época de aplicação.

Em 63% dos casos a quantidade do nutriente foi considerada “Igual” e 19% dos casos considerada “Aproximada” e em 19% dos casos considerado “Diferente”, de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos em Material e métodos. Em todos os casos o aplicativo *FertSolo 1.0* indicou um número igual ou superior de opções de fontes.

## 6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. O software pode ser aplicado em interpretação de análises do solo e recomendação da aplicação de corretivos e adubos para as culturas de milho, feijão e soja na região do Cerrado, com alto grau de confiabilidade e eficiência.
2. Para correção do *pH* do solo e correção potássica nas culturas do milho e feijão o software FertSolo 1.0 e a recomendação manual coincidiram em todos os casos quanto a indicação de aplicação ou não aplicação de calcário e adubo potássico na correção dos teores indicados na análise química do solo.
3. Para a correção dos teores de Fósforo coincidiram em 67% dos casos.
4. A adubação de plantio em todos os casos indicou a aplicação de um mesmo nutriente e em 70% dos casos foi considerada igual ou aproximada.
5. Para as indicações de adubação de cobertura indicou-se em 70% dos casos a necessidade de um mesmo nutriente e obteve-se em 78 % dos casos teores considerados iguais ou aproximados.

## 7. REFERÊNCIAS

Banco Central do Brasil. **Manual de Crédito Rural**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/mcr>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

CADUB GHF. **Software CADUB GHF**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782007000400041](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000400041)>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

CPT. **CPT Adubação de grandes culturas**. Disponível em: <<https://www.cptsoftwares.com.br/produto/cpt-adubacao-grandes-culturas-software-para-adubacao-de-custo-minimo-e-recomendacoes-do-plantio-a-colheita/>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

EMBRAPA. **Tecnologia gerando riqueza no meio rural**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agropensa/busca-de-noticias/-/noticia/18383262/uso-de-tecnologias-e-o-que-gera-riqueza-no-meio-rural>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

FertFácil. **Aplicativo Fertfácil**. Disponível em: <<https://www.fertfacil.com/pt-br/sistema/>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

Fértil Agrowin. **Aplicativo Fértil Agrowin**. Disponível em: <<http://www.adubecerto.com.br/>>. Acesso em: 17 de Jun. 2019.

KLF SOLUÇÕES. **Serviços KLF SOLUÇÕES**. Disponível em: <<http://www.klfagrosolucao.com.br/>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Viçosa: CFSEMG, 1999, 359p.

SOUSA, D.M.G; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416.p.

The BR/EF. **Tecnologia no campo.** Disponível em:  
<<https://www.thebrief.com.br/mercado/116106-tecnologia-agricola-modernizacao-campo-evolui-gradativamente.htm>>. Acesso em: 05 Mai. 2019.